

SHORT DISTANCE THERMAL CAMERA FOR OVERHEAT DETECTION

Martin Radvanský

Bachelor Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xradva01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Martin Radvanský

E-mail: martin.radvansky@vsb.cz

Abstract: During the development or repairing of electronic devices, we often meet problems with overheated components on the printed circuit board. For identification of overheating components, we usually use a thermal camera. The main aim of this project is to develop an inexpensive thermal camera for hobby usage.

Keywords: Thermal camera, PCB, overheating, Raspberry PI

1 ÚVOD

Při opravách elektronických zařízení, zejména v případě, že nejsou k dispozici schémata, může být důležitým vodítkem k odhalení poruchy teplota jednotlivých komponentů na desce plošných spojů. V amatérských podmínkách lze jednotlivé komponenty zkusit dotekem, případně sondou pro měření teploty, kterou jsou vybaveny lepší multimetry. Taková metoda "pokus - omyl" je zdoluhavá. Nejlepším, ale hodně drahým řešením je použití termo kamery, která je schopna ukázat tepelné poměry na desce plošných spojů. Cena takového zařízení je pro amatérské potřeby dost vysoká. Proto vznikl tento projekt, jehož cílem je vytvoření relativně levné termokamery pro použití v amatérských podmínkách, využívající běžně dostupné díly a technologie.

2 NÁVRH TERMOKAMERY

Amatérské konstrukce termokamery jsou na internetu lehce k dohledání, což je způsobeno snadnou dostupností nejdůležitější součástky celé konstrukce, kterou tvoří bezdotykový snímač teploty. Publikovaná zařízení používají dva základní přístupy:

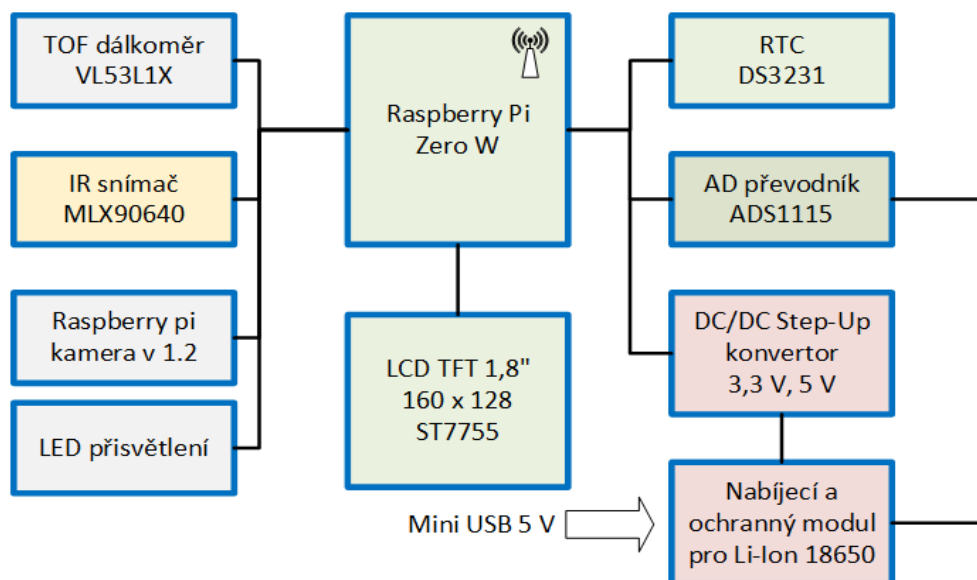
- Bodový bezdotykový IR sensor teploty se servo mechanismem pro změnu polohy [1].
- Termální sensor s bodovou mřížkou 8×8 nebo 32×24 bodů [2].

V rámci tohoto projektu je vytvořeno zařízení využívající sensoru MLX90640 [3] s rozlišením 32×24 bodů, které je schopno poskytnout termální obraz plošného spoje s dostatečnou rozlišovací schopností (při výrobcem udávané chybě $\pm 2^\circ\text{C}$) pro domácí dílnu.

2.1 BLOKOVÉ SCHÉMA ZAŘÍZENÍ

Zařízení je navrženo jako přenosné ruční nářadí. Blokové schéma je zobrazeno na obrázku 1. Centrálním prvkem zařízení je termální snímač MLX90640 a řídicí mikropočítač Raspberry Pi Zero W [4]. K mikropočítači je dále připojen TFT LCD displej 1,8" s rozlišením 160×128 bodů pro zobrazování tepelného obrazu skenovaného plošného spoje. Navrhovaná termokamera je dále doplněna o klasickou kameru pro vytváření fotek, TOF dálkoměrem, obvody pro nabíjení a řízení Li-Ion baterie

velikosti 18650, přisvětlováním fotografované scény, hodinovým obvodem a obvody pro sledování stavu baterie. Pro komunikaci s okolím je využito možnosti zapnout bezdrátový WiFi hotspot a stáhnout si uložené obrázky do počítače. Nabíjení baterie je řešeno pomocí modulu, který odpovídá za ochranu proti přepětí při nabíjení ($> 4,28\text{ V}$), vybití pod přípustnou mez ($2,5\text{ V}$) a obsahuje proudovou pojistku ($> 3\text{ A}$). Dobíjení se provádí přes mini USB konektor a běžně dostupné nabíječky pro telefony s napětím 5 V .



Obrázek 1: Blokové schéma termokamery

Průměrná hodnota proudu tekoucího zařízením se pohybuje kolem 350 mA , v případě zapnutého přisvětlování a WiFi hotspotu se dostává až k 500 mA . Použitá Li-Ion baterie o kapacitě 2200 mAh je tak schopna poskytnout napájení po dobu až $1,5\text{ h}$ provozu, což je pro amatérské potřeby dostatečné.

Zařízení je umístěno v plastovém pouzdře, které bylo celé navrženo a vytisknuto na 3D tiskárně. Plošný spoj byl vyroben v Číně a následně ručně osazen SMD součástkami tvořícími především pomocné obvody a propojení mezi jednotlivými komponentami systému.

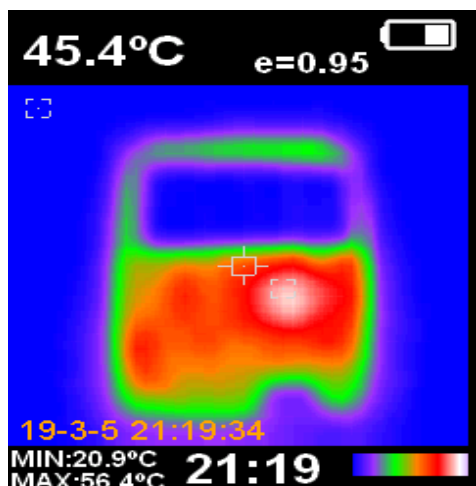
2.2 SOFTWARE TERMOKAMERY

Software termokamery je napsán v jazyku PYTHON a je automaticky spuštěn po zapnutí napájení. Uživatelské prostředí je vzhledem k malému displeji omezeno na nezbytně nutné minimum a umožňuje uživateli termokamery pouze nastavení hodnoty emisivity, zapnutí a vypnutí WiFi přístupového bodu. Na displeji kamery se zobrazuje termosnímek a informace o nejmenší a největší teplotě, kterou kamera snímá. Kamera zobrazuje také informaci o teplotě ve středu snímané oblasti. Ovládání kamery se provádí pomocí tlačítek na horní části přístroje. Termokamera si udržuje aktuální čas v bateriově napájeném RTC obvodu, který je aktualizován po připojení do sítě.

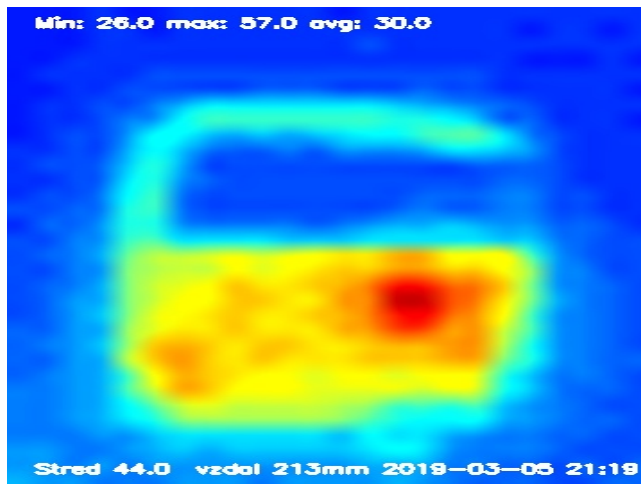
Samotný systém kamery využívá několik knihoven. Jedná se zejména o knihovnu PyGame pro výstup na TFT displej, který je prováděn pomocí přeměrování na framebuffer, mapující TFT displej připojený k Raspberry Pi pomocí sběrnice SPI. Pro zpracování obrazu, zejména jeho zvětšování, správu barev a ukládání obrázků do souborů je využito knihovny OpenCV. Pro komunikaci s termálním senzorem je použito sériové sběrnice a komunikace se zbytkem periférií je řešena sběrnicí I²C. Vývoj software byl prováděn přes vzdálený přístup s využitím prostředí PyCharm IDE.

2.3 SROVNÁNÍ ZÍSKANÝCH TERMOSNÍMKŮ

Pro porovnání výsledků zobrazení termálního obrazu plošného spoje byla použita jako referenční ruční termokamera HT02 [5], prodávaná v čínských obchodech za cenu kolem 6000,- Kč a s rozlišením 60×60 bodů. Pro porovnání bylo použito desky plošného spoje ze staršího bezdrátového přístupového bodu. Vzhledem k velikosti a kvalitě displeje, jsou u termokamer porovnávány termosnímků z uložených souborů pořízené ve stejném čase.



Obrázek 2: Referenční termosnímek



Obrázek 3: Termosnímek z termokamery

3 ZÁVĚR

V tomto projektu byla vytvořena termokamera pro orientační zobrazení součástek se zvýšenou teplotou na desce plošného spoje. Celková cena projektu se pohybuje kolem 2500 Kč, což sice není částka malá, ale podstatně nižší než v případě komerčních produktů. Z porovnání mezi vytvořenou a referenční termokamerou vyplývá, že navržená termokamera je schopna zobrazit problémová místa na plošném spoji téměř se stejnou kvalitou. Rozdíly v obrázcích plynou zejména z použití levnějšího snímače, který má více než 2 krát menší rozlišení než referenční produkt.

Dalším rozšířením tohoto projektu je doplnění o možnost prolínání obrazu termokamery a připojené kamery, případně vytvoření mobilní aplikace pro správu obsahu termokamery.

REFERENCE

- [1] DIY Thermal Camera *Hackday.IO* [online]. 2019 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://hackaday.io/project/20394-diy-thermal-camera>
- [2] LCIRIC - Low Cost Infrared Imaging Camera. *Hackday.IO* [online]. 2019 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://hackaday.io/project/11358-lcivic-low-cost-infrared-imaging-camera>
- [3] Far infrared thermal sensor array (32x24 RES) *Melexis Inspired Engineering* [online]. 2019 [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: <https://www.melexis.com/en/product/MLX90640/Far-Infrared-Thermal-Sensor-Array>
- [4] Raspberry Pi Zero W. *Raspberry Pi* [online]. 2019 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-zero-w/>
- [5] HT-02 Infrared thermal imaging *Dongguan Xintai Instruments Co., Ltd.* [online]. Oregon, 2019 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: http://www.hti-meter.com/EN/html/product_view_274.html